IMMONWEALTH INST.
TOMOLOGY LIBRARY
15 MAY 1950
ERIAL
EPARATE
Eu·375B

1950, Heft 2

EXD

Pflanzenschutz-Briefe

FÜR WISSENSCHAFT UND PRAXIS

VERÖFFENTLICHUNGEN DER
»Bayer« PFLANZENSCHUTZ-ABTEILUNG LEVERKUSEN

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. Dr. F. Grewe und H. Steineck
   Die Verwendung von Wuchsstoffen im Tomatenbau . 3

2. W. Thellmann
   Ist eine Ernteverfrühung bei der Tomatenkultur im Freiland möglich? 11

3. Dr. M. Lüdicke
   Über biologische Besonderheiten der San José-Schildlaus im Zusammenhang mit der Wirkung von Phosphorsäureestern 17

Nachdruck gestattet

FARBENFABRIKEN BAYER
Verkauf Pflanzenschutz
LEVERKUSEN

HÖFCHEN-BRIEFE
FÜR WISSENSCHAFT UND PRAXIS
3. Jahrgang 1950, Heft 2

Die Verwendung von Wuchsstoffen im Tomatenbau

Von Dr. F. Grewe und Dipl.-Gartenbauinspektor H. Steineck

In den fast zwanzig Jahren, die verflossen sind, seit Kögl die chemische Struktur der Pflanzenwuchsstoffe entschleierte und fand, daß das chemisch sehr viel einfacher aufgebaute Heteroauxin den echten Auxinen wirkungsgleich ist, sind eine große Anzahl von synthetisch herstellbaren Wuchsstoffen gefunden und an der Pflanze geprüft worden.

Die Möglichkeit der leichten chemischen Darstellung der Wuchsstoffe war die wesentliche Voraussetzung für ihre Anwendung in der gartenbaulichen und landwirtschaftlichen Praxis. Heute haben sich die Wuchsstoffe zur Bewurzelung von Stecklingen und zur Verbesserung der Verwachsung bei Veredlungen, vor allem bei der Herstellung von Pfropfreben, zur Verhinderung des sogenannten späten Falls der Äpfel, zur Verhütung der Kartoffelkeimung und in jüngster Zeit in großem Ausmaß zur Unkrautbekämpfung in Gartenbau und Landwirtschaft breit eingeführt.

Die weitgehenden Hoffnungen aber, die man in der Möglichkeit einer allgemeinen Stimulation des pflanzlichen Wachstums mit dem Ziele der Ertragssteigerung gegeben sah, haben sich durchweg nicht erfüllt. Auf einem Gebiete des Pflanzenanbaus allerdings ist die entwicklungsanregende Wirkung der Wuchsstoffe von einer gewissen praktischen Bedeutung geworden, im Tomatenanbau.

Seit der Feststellung von Fitting[1]) (1909) weiß man, daß bei der Bestäubung der Blüte durch den Pollen einer Substanz in den Pollenkörnern eine Wirkung auf die Fruchtanlage zukommt, die unabhängig ist vom eigentlichen Befruchtungsvorgang, der Befruchtung der Eizellen in den Samenanlagen. Heute darf man annehmen, daß es in den Pollenkörnern vorhandene Wuchsstoffe sind, die bei der Entwicklung der Fruchtblätter zur Frucht eine wichtige Rolle spielen. Es gelang zahlreichen Forschern, unter Ausschluß der natürlichen Befruchtung der Blüte bei vielen Pflanzen die Fruchtentwicklung dadurch anzuregen, daß sie Narbe, Griffel oder Fruchtknoten mit Wuchsstoffen behandelten. Die auf solche Weise erzielten Früchte enthielten natürlich keinen Samen, sie waren parthenokarp. Die Neigung zur Ausbildung parthenokarper Früchte ist bei den verschiedenen Pflanzenarten sehr unterschiedlich. Pflanzen mit geringer Neigung zur Parthenokarpie können auch mit Hilfe von Wuchsstoffpräparaten nicht in wirtschaftlich interessantem Ausmaß zum Ansatz samenloser Früchte gebracht werden. Alle Bemühungen z. B., durch den Einsatz von Wuchsstoffen

[1]) Zeitschr. f. Botanik 1, 1909, S. 1—86.

beim Kernobst parthenokarpe Früchte zu entwickeln, haben bisher nicht zu praktisch brauchbaren Ergebnissen geführt.

Amerikanische und englische Forscher vor allem fanden bei ihren Wuchsstoffuntersuchungen, bei denen sie Tomatenpflanzen als Testobjekte benutzten, die Neigung dieser Pflanze zur Entwicklung parthenokarper Früchte. Mit den zuletzt entdeckten stark wuchsstoffwirksamen Verbindungen aus der Gruppe der kernsubstituierten Phenoxyfettsäuren, vor allem der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, lassen sich bei der Tomate mit großer Sicherheit parthenokarpe Früchte erzielen, die sich von solchen Früchten, die aus natürlich durch Pollen befruchteten Blüten hervorgehen, durch ihre Samenlosigkeit unterscheiden. Es gibt seitdem eine große Literatur über die Erzeugung samenloser Früchte, speziell im Tomatenanbau, die hier nicht im einzelnen aufgeführt werden kann. Es sei auf die zusammenfassenden Darstellungen von Crokker[1]) (1948) und Avery[2]) und Mitarbeitern (1947) verwiesen, bei denen die einschlägigen Veröffentlichungen nachgewiesen sind. Vor allem in den Vereinigten Staaten hat die Erzeugung samenloser Tomaten offenbar eine große Bedeutung erlangt. So sind nach Gilbert[3]) (1946) im Staate Ohio 1945 insgesamt 1,8 Millionen Tomatenpflanzen, d. h. rund 50 Prozent der unter Glas gebauten Pflanzen, mit Wuchsstoffen mit dem Ziel der Erzeugung samenloser Früchte behandelt worden.

Unsere eigenen experimentellen Arbeiten an diesem Problem nahmen wir nicht so sehr mit dem Ziel der Erzeugung samenloser Früchte (vgl. Abb. 1) als

Abb. 1. Zwei Früchte Sorte „Lucullus", medianer Längsschnitt. Links behandelt mit 8157/0,5%, rechts unbehandelt. (Behandelt 20. 4., Photo 30. 5.)

vielmehr unter dem Eindruck der Tatsache auf, daß beim Anbau der Tomaten im Gewächshaus der Fruchtansatz der ersten Blütenstände meist sehr unbefriedigend ist. Da mit den bisher in der gärtnerischen Praxis geübten Verfahren, durch häufiges Schütteln der Pflanzen und Belüften der Häuser den Fruchtansatz zu verbessern, kein befriedigender Erfolg erzielt wurde, schien uns zunächst bei der Sicherung des Fruchtansatzes der ersten Blütenstände der Einsatz der Wuchsstoffe einem Bedürfnis der Praxis entgegenzukommen.

Bei der Prüfung der in Laborversuchen entwickelten Präparate 8157 und 8159 unter Verhältnissen der Praxis wurden eindrucksvolle Erfolge erzielt. Im Gewächshaus wurden Pflanzen der Sorte „Sieger" mit einprozentigen Lösungen

[1]) Crocker, W.: Growth of Plants. Twenty years research at Boyce Thompson Institute — New York 1948. (Darin: Zimmermann, P. W.: Plant Hormones, S. 204.)

[2]) Avery, G. S., E. B. Johnsen, R. M. Addoms and B. F. Thomson: Hormones and Horticulture. New York and London 1947. (Darin: Hormones as aid to fruit set and to seedless fruit production, S. 157—185.)

[3]) Chem. Review 36, 1946, S. 199—218 (dort auch weitere Literatur).

der Präparate 8157 und 8159 bespritzt, nachdem an den Blütenständen zwei bis drei Blüten voll geöffnet waren. Sechs Tage nach der Behandlung waren bei den unbehandelt gebliebenen Kontrollen die Blüten noch nicht abgeblüht (vgl. Abb. 2), vereinzelt war gerade sichtbar, daß die Fruchtentwicklung begann, während bei den behandelten Blütenständen praktisch alle Blüten erbsen- bis haselnußgroße Früchte angesetzt hatten (vgl. Abb. 3). Das Tempo der Fruchtentwicklung war erstaunlich. Die Blütenkrone der behandelten Blüten wurde

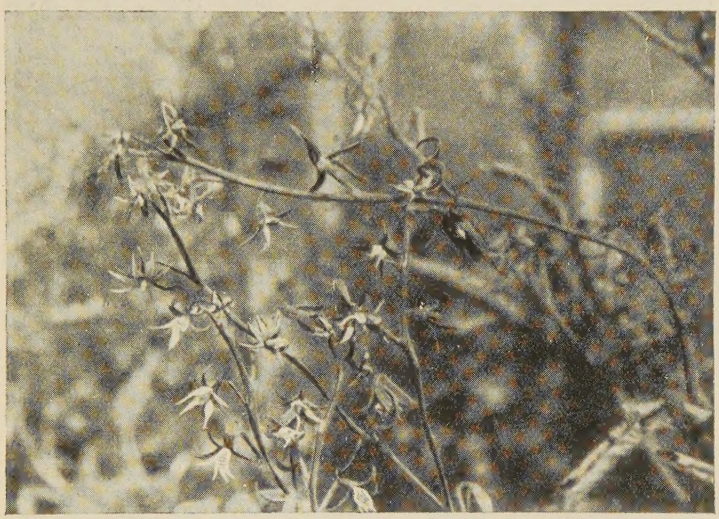


Abb. 2. Blütenstand von „Sieger" im Gewächshaus. Unbehandelt. 6. Tag nach Versuchsbeginn. (Photo 27. 6.)

Abb. 3. Blütenstand von „Sieger". 6. Tag nach Behandlung mit 8159/1%. (Photo 27. 6.)

nicht, wie das bei den natürlich bestäubten Blüten der Fall ist, abgeworfen, sondern blieb erhalten und wurde von den sich stürmisch entwickelnden Früchten zur Seite gedrängt (vgl. Abb. 3 und 4). Als charakteristisches Merkmal der

Abb. 4. Blütenstände von „Sieger". Rechts und links außen je eine unbehandelt, in der Mitte zwei nach Behandlung mit 8159/1%. 6. Tag nach Versuchsbeginn. (Photo 27. 6.)

mit Hilfe dieser Wuchsstoffpräparate erzeugten Früchte wurde festgestellt, daß an den reifen Früchten der Kelch beim Pflücken haftenbleibt (vgl. Abb. 1). Es wird also, ähnlich wie es bei der Verhinderung des späten Falls der Äpfel durch Wuchsstoffbespritzung angestrebt wird, die Ausbildung der Trennschicht, in diesem Falle einer solchen zwischen Kelch und Frucht, unter dem Einfluß der Wuchsstoffbehandlung verhindert.

Die erzeugten Tomatenfrüchte waren z. T. samenlos, z. T. enthielten sie deutlich viel weniger Samen als normale, d. h. nicht mit Hilfe von Wuchsstoffen erzeugte Früchte. Diese zuletzt genannten teilparthenokarpen Früchte entstehen dann, wenn bereits mit Blütenstaub belegte Blüten, bei denen schon ein Teil der Samenanlagen durch den Pollen befruchtet wurde, mit Wuchsstoffen behandelt werden. Durch die kombinierte Wirkung der im Pollen enthaltenen Wirkstoffe und der zusätzlich zugeführten Wuchsstoffe wird die Entwicklung dieser teilparthenokarpen Früchte ganz besonders beschleunigt. Als praktisch wichtigstes Ergebnis dieser Verhältnisse ist eine deutlich früher einsetzende Reifung festzustellen. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen an zwei für den Versuch typischen Bildern den beachtlichen Entwicklungsvorsprung nach einer Behandlung mit dem Präparat 8159 bei unter Glas kultivierten Tomaten einer Sorte holländischer Herkunft (*Bruinsma*). Während die Blüten der Blütenstände bei der unbehandelt gebliebenen zweiten und dritten Blütentraube drei Wochen nach der Behandlung nur zum Teil angesetzt hatten und im Durchschnitt Früchte von starker bis doppelter Walnußgröße trugen (vgl. Abb. 5), hatten die Blüten der behandelten Blütenstände gleichen Alters praktisch alle angesetzt und trugen

im Mittel doppelt soviel Früchte wie die Kontrollen. Dabei waren die Früchte durchweg sehr viel weiter entwickelt als bei den Kontrollen und innerhalb einer Fruchttraube sehr gleichmäßig groß ausgebildet.

Abb. 5. Fruchttraube einer holländischen Sorte („Bruinsma"). Unbehandelt. 20 Tage nach Versuchsbeginn. (Photo 1. 6.)

Abb. 6. Wie Abb. 5, 20 Tage nach Behandlung mit 8159/1‰. (Photo 1. 6.)

Der Vorteil dieser Wirkung des Wuchsstoffpräparates 8159 ist einleuchtend: Die Ernte kann früher einsetzen, so daß für die Früchte wesentlich bessere Preise erzielt werden, ganz abgesehen davon, daß durch den besseren Fruchtansatz höhere Erträge anfallen.

Frühere Reife durch Wuchsstoffbehandlung ist auch für den Anbau der Tomaten im Freiland von großer Bedeutung. Es ist eines der großen Ziele des Freiland-Tomatenbaus in Deutschland, die Früchte schneller und in größerem Prozentsatz zur Reife zu bringen. Durch die entwicklungsstimulierende Wirkung einer Wuchsstoffbehandlung der Blüten ist ein wesentlicher Schritt in dieser Richtung getan. In einer in diesem Heft veröffentlichten Arbeit von Thellmann (vgl. S. 11—17) ist der wirtschaftliche Vorteil, der sich durch eine Wuchsstoffanwendung im Freiland-Tomatenbau erreichen läßt, eindrucksvoll nachgewiesen worden.

Von Interesse sind in diesem Zusammenhang noch Beobachtungen, die bei der Behandlung von Buschtomaten mit den Präparaten 8157 und 8159 gemacht wurden. Bei der großen Fruchtbarkeit der Buschtomate ist oft die Größe der entwickelten Früchte nicht befriedigend. In einem Versuch an einem großen Pflanzenmaterial wurde nach einer Bespritzung ein beachtlicher Mehrertrag gegenüber unbehandelt gebliebenen Pflanzen erzielt, der auf die Erhöhung des durchschnittlichen Fruchtgewichtes zurückzuführen ist. Durch weitere Versuche, die die Ermittlung des günstigsten Zeitpunktes der Anwendung der Wuchsstoffpräparate zum Ziel haben müssen, wird sich sicher auch bei der feldmäßig angebauten Buschtomate eine Vorverlegung des Erntebeginns erzielen lassen. Damit wäre ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Rentabilität des Feld-Tomatenbaus geleistet.

In zahlreichen Versuchen wurde beobachtet, daß nach einer Wuchsstoff-Behandlung die Fruchtgröße deutlich zunahm, z. T. so stark, daß die für den Marktwert günstigste Größe deutlich überschritten wurde (vgl. dazu auch den Beitrag von Thellmann in diesem Heft, S. 17). Es handelt sich bei solchen Früchten praktisch immer um teilparthenokarpe Tomaten, also um solche, die nach einer Wuchsstoffbehandlung schon z. T. natürlich befruchteter Blüten entstehen. Durch die Wahl des Behandlungstermines hat man es praktisch in der Hand, diese Verhältnisse zu steuern. Bei einer Wuchsstoffbehandlung der Blütenstände zu einem Zeitpunkt, zu dem die ersten Blüten gerade vor dem Aufblühen stehen, also mit großer Sicherheit noch nicht mit Pollen belegt sind, wird man völlig samenlose Früchte normaler Größe erhalten. Die Behandlung des gleichen Blütenstandes muß dann aber noch einmal wiederholt werden, um auch die Blüten zum Fruchtansatz zu bringen, die zur Zeit der ersten Spritzung noch so weit zurück waren, daß der Wuchsstoff bei ihnen nicht wirksam werden konnte. Mit zweimaliger Behandlung eines Blütenstandes dürfte man nach bisherigen Erfahrungen auskommen.

Zum Schluß soll noch auf Nebenwirkungen der Wuchsstoffe auf die Pflanzen selbst eingegangen werden, die mit dem Wirkungsmechanismus dieser Körper zusammenhängen. Die Streckungswuchsstoffe werden von allen Teilen der grünen Pflanze aufgenommen und zu den Geweben transportiert, die die bevorzugten Orte der Zellteilung und des stärksten Wachstums sind, also zum Kambium und den Vegetationspunkten an den Triebspitzen. Durch eine Anreicherung der Wuchsstoffe an diesen Orten werden bei zu großen Wuchsstoffgaben Wachstum und Entwicklung gestört, u. U. die Pflanzen sogar schwer geschädigt oder abgetötet. Die Tomate reagiert als sehr labile Pflanze auf Zufuhr hoher Wuchsstoffgaben mit eigenartigen Formveränderungen der neuzuwachsenden Blätter. Die Blätter werden verdickt, ihre Lamina auffällig verschmälert und zeigt eine vom Normalen abweichende parallel verlaufende Aderung („Petersilienblättrigkeit", vgl. Thellmann a. a. O.) (vgl. Abb. 7). Diese von den englischen Autoren als „formative effects" bezeichnete Wirkung der Wuchs-

stoffe tritt bei den verschiedenen Tomatensorten unterschiedlich stark auf. Nach unseren bisherigen Erfahrungen ist die Sorte „Rheinlands Ruhm“ z. B. weniger empfindlich als etwa „Sieger“. Während stärkere Mißbildungen (Abb. 7) schon

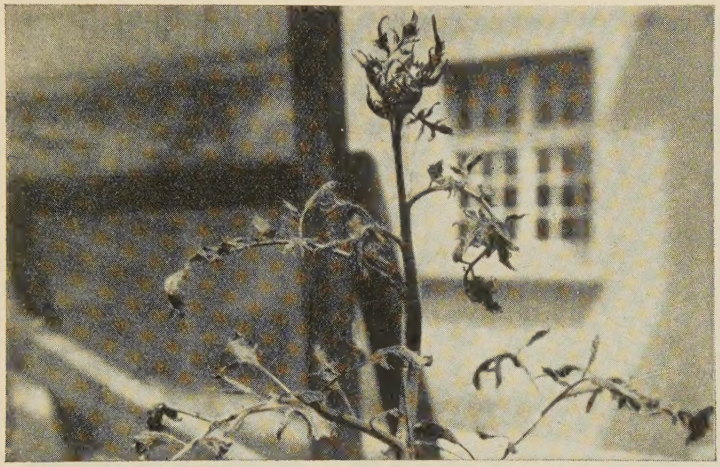


Abb. 7. Triebspitze (gleiche Sorte wie Abb. 5 und 6) mit starken Formabweichungen nach Wuchsstoff-Behandlung. 20 Tage nach Versuchsbeginn.

Abb. 8. Triebspitze (gleiche Sorte wie Abb. 5–7) mit leichten Blattveränderungen nach Wuchsstoff-Behandlung. 20 Tage nach Versuchsbeginn.

deutlich entwicklungsstörend sind, haben schwächer ausgeprägte Formabweichungen der Blätter (vgl. Abb. 8) keinen spürbaren Einfluß auf die Weiterentwicklung der Pflanze. Stärkere Störungen pflegen sich durchweg auch in einer auffälligen Streckung der Internodien auszudrücken, so daß die Pflanzen einen sperrigen, schütteren Eindruck machen, der durch die geschilderten Form-

veränderungen an den Blättern noch verstärkt wird (vgl. Abb. 7 und 9). Je wirksamer die verwendeten Wuchsstoffpräparate und je jünger, d. h. stärker wachsend, die behandelten Pflanzen sind, desto größer ist die Neigung zu Formverän-

Abb. 9. Triebspitze (gleiche Sorte wie Abb. 5–8). Unbehandelte Pflanze.

derungen und die Gefahr der Schädigung. Es wird also bei der Behandlung der Pflanzen, vor allem im Gewächshaus, darauf ankommen, die Behandlung möglichst auf die Blütenstände selbst zu beschränken. Das bedeutet, daß man, vor allem bei der Behandlung der ersten Blütenstände im Gewächshaus, mit der Rückenspritze nicht arbeiten kann. In unseren Versuchen haben sich die Contra-Handzerstäuber-Kompressoren der Firma Curt Schäfer, München-Solln, als brauchbar erwiesen. Um ein Benetzen der übrigen Pflanzen zu vermeiden, kann man so arbeiten, daß man die Blütenstände zwischen die Finger der linken Hand nimmt (vgl. auch Thellmann a. a. O.), während die rechte Hand das Gerät bedient. Es lassen sich auch aus dünner Pappe durch Einschneiden eines Schlitzes Schutzschilde herstellen, mit deren Hilfe die Pflanze abgedeckt werden kann, indem man die Stengel der Blütenstände durch den Schlitz des Pappschildes führt. Freilandtomaten, vor allem Buschtomaten, haben sich durchweg als sehr widerstandsfähig erwiesen. Man wird hier auch, vor allem, wenn ältere Blütenstände zu behandeln sind, ohne große Gefahr mit der Rückenspritze arbeiten können. Von den beiden Prüfungspräparaten 8157 und 8159 hat sich 8159 als besser verträglich erwiesen. Dieses Präparat wird der Praxis nunmehr als Handelspräparat unter dem Namen „Tomafix“ zur Verfügung gestellt.

Über den zweckmäßigsten Einsatz des Präparates wird die Praxis nach einer Erprobung unter den verschiedenartigsten Betriebsverhältnissen selbst entscheiden müssen. Als erster Erfahrungsbericht der Praxis wird in diesem Heft ein Beitrag von Thellmann veröffentlicht (vergl. S. 11).

Die Angaben der Gebrauchsanweisung, die auf Grund der bisherigen Erfahrungen zusammengestellt wurde, vermitteln die für die Anwendung des Präparates grundlegenden Tatsachen und Richtlinien.

Ist eine Ernteverfrühung bei der Tomatenkultur im Freiland möglich?

Von W. Thellmann, Obst- und Weinbauinsp., Bergzabern

Die Ernteverfrühung im Gemüsebau in Verbindung mit einer Qualitätssteigerung ist der Weg, der heute mehr denn je beschritten werden muß, um lohnende Ernten und auch Einnahmen zu erhalten.

Abgesehen von der Beeinflussung der Wachstumsfaktoren, besonders des Lichtes und der Wärme im Frühjahr, soll hier die Frage untersucht werden, ob eine Ernteverfrühung, Verbesserung und Sicherung des Fruchtansatzes durch eine Wuchsstoffbehandlung bei Tomaten mit dem Präparat 8157 möglich ist. Durch dankenswertes Entgegenkommen der Farbenfabriken Bayer in Leverkusen wurde uns das Präparat 8157 * zur Durchführung von Versuchen an Tomaten zur Verfügung gestellt, worüber nachstehend berichtet wird.

Zur Versuchsanstellung standen auf dem Kreisversuchsfeld 600 Tomatenpflanzen zur Verfügung, wobei 300 Pflanzen als eintriebige und 300 Pflanzen als zweitriebige Tomaten herangezogen wurden. Die Pflanz- und Reihenweite betrug in beiden Fällen 0,50×1 m. Die ganze Tomatenanbaufläche wurde in Teilstücke eingeteilt, wobei ein Teilstück (15 qm) mit 15 Tomatenpflanzen bestockt war. Der Versuch wurde in achtfacher Wiederholung angelegt. Als Tomatensorte wurde ausschließlich die Sorte „Rheinlands Ruhm" angepflanzt. Etwaige Randwirkungen wurden dadurch auszuschalten versucht, daß die Teilstücke von einem nicht in den Versuch eingeschalteten Streifen von Tomatenpflanzen umgrenzt waren. In jeder dieser beiden Tomatenkulturen (ein- und zweitriebige Pflanzen) befanden sich somit acht behandelte und acht nicht behandelte Parzellen bzw. Teilstücke. Die Anordnung der Teilstücke erfolgte schachbrettartig. Alle Kulturarbeiten, vom Beginn der Pflanzung ins Freiland, also Hacken, Aufbinden, Entgeizen und Spritzen mit Kupferkalk (OB 21) erfolgten immer von ein und derselben Person und immer jeweils am gleichen Tage in allen Parzellen, so daß etwaige Unterschiede und Beeinflussungen von dieser Seite aus möglichst vermindert wurden. Lediglich bei der Bewässerung in den Trockenmonaten Juli und August konnte die Wasserzugabe nicht genau abgemessen werden.

Das zur Verfügung gestellte Präparat 8157, eine rot gefärbte klare Flüssigkeit kam in einprozentiger Lösung, d. h. 10 ccm auf einen Liter Wasser, zur Anwendung. Zur Bespritzung wurde eine kleine Handbatteriespritze (Rosenspritze) mit Revolverzerstäuber der Fa. Karl Platz verwendet. Die Spritzflüssigkeit wurde vor jeder Behandlung immer frisch angesetzt, etwaige Reste dieser Ansatzflüssigkeit nach der Behandlung wurden grundsätzlich nicht aufgehoben.

Bei der Behandlung der Blüten wurde genau nach Gebrauchsanweisung der Firma verfahren und peinlichst darauf geachtet, daß nur die Blüten von

*) Anm. d. Red.: Da das Präparat 8157 von dem ähnlichen Präparat 8159 in bezug auf Pflanzenverträglichkeit übertroffen wird, kommt nur dieses unter der Bezeichnung Tomafix in den Handel. (Vergl. auch Grewe, S. 10.)

Abb. 1. Eintriebig, mit 8157 behandelt.

Abb. 2. Eintriebig, nicht behandelt.

Abb. 3. Zweitriebig, mit 8157 behandelt.

Abb. 4. Zweitriebig, nicht behandelt.

der Spritzflüssigkeit getroffen wurden und jeweils in die sich öffnende Blüte gespritzt. Bei jeder Behandlung wurde immer auch ein außerhalb des Versuches stehender Tomatenstock ganz gespritzt, also Blätter und auch die Triebspitze. Hier konnte eine stärkere Petersilienblättrigkeit und etwas gehemmtes Wachstum beobachtet werden, eine Frage, die in späteren Versuchen noch geklärt werden muß, zumal durch eine ganze Behandlung der Tomatenstöcke die Behandlungskosten wesentlich gesenkt werden könnten.

Bei der Behandlung der Tomatenblüten mit obigem Präparat wurde der ganze Blütenstand in die linke Hand genommen und mit der rechten Hand wurde der Revolverzerstäuber der Handspritze bedient, dadurch konnten kleine Mengen der Wuchsstofflösung den Blüten zugeführt werden, ohne den übrigen Stock zu treffen. Die Wuchsstoffbehandlung wurde in Abständen von 6 bis 8 Tagen regelmäßig wiederholt, so daß immer neu sich entfaltende Blüten erfaßt wurden.

Zur Zeit der Behandlung war immer schönes, heiteres Wetter. Die erste Behandlung setzte am 8. Juni 1949 ein und weitere Behandlungen folgten am 15. Juni, 23. Juni, 30. Juni, 11. Juli, 21. Juli und 2. August 1949.

Während der Entwicklung konnte bei den mit dem Präparat 8157 behandelten Pflanzen ein gleichmäßiger Behang beobachtet werden, während die nichtbehandelten Pflanzen an den unteren Dolden keinen oder sehr schlechten Fruchtansatz aufwiesen.

Die Ernte setzte am 2. August 1949 ein und wird in den folgenden graphischen Darstellungen wiedergegeben:

Tabelle I Durchschnittserträge von je 15 Pflanzen (15 m²) „Eintriebige Pflanzen"

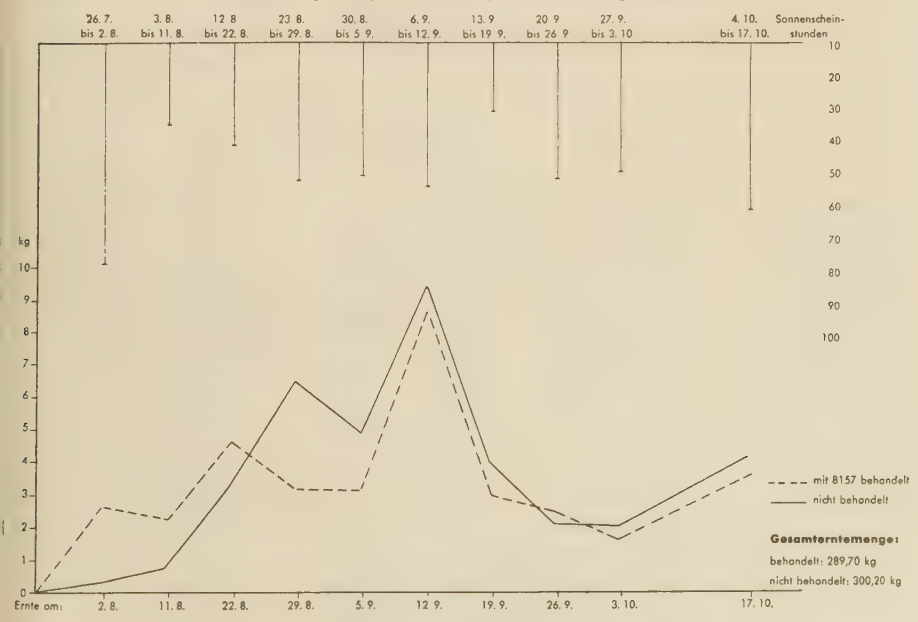


Tabelle II Durchschnittserträge von je 15 Pflanzen (15 m²) „Zweitriebige Pflanzen"

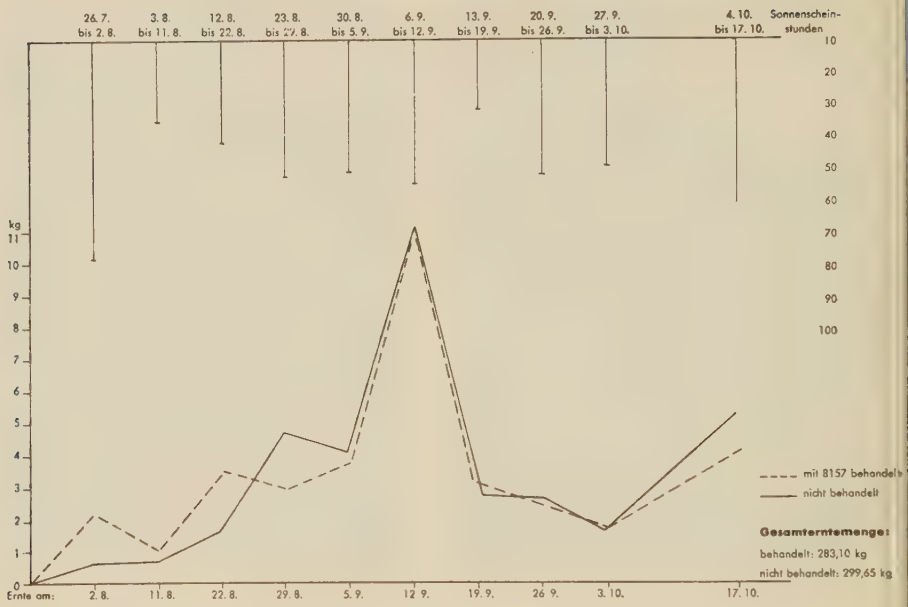

26. 7. bis 2. 8.
3. 8. bis 11. 8.
12. 8. bis 22. 8.
23. 8. bis 29. 8.
30. 8. bis 5. 9.
6. 9. bis 12. 9.
13. 9. bis 19. 9.
20. 9. bis 26. 9.
27. 9. bis 3. 10.
4. 10. bis 17. 10.
Sonnenschein-stunden
kg
Ernte am: 2. 8. 11. 8. 22. 8. 29. 8. 5. 9. 12. 9. 19. 9. 26. 9. 3. 10. 17. 10.
mit 8157 behandelt
nicht behandelt
Gesamterntemenge:
behandelt: 283,10 kg
nicht behandelt: 299,65 kg

Tabelle III

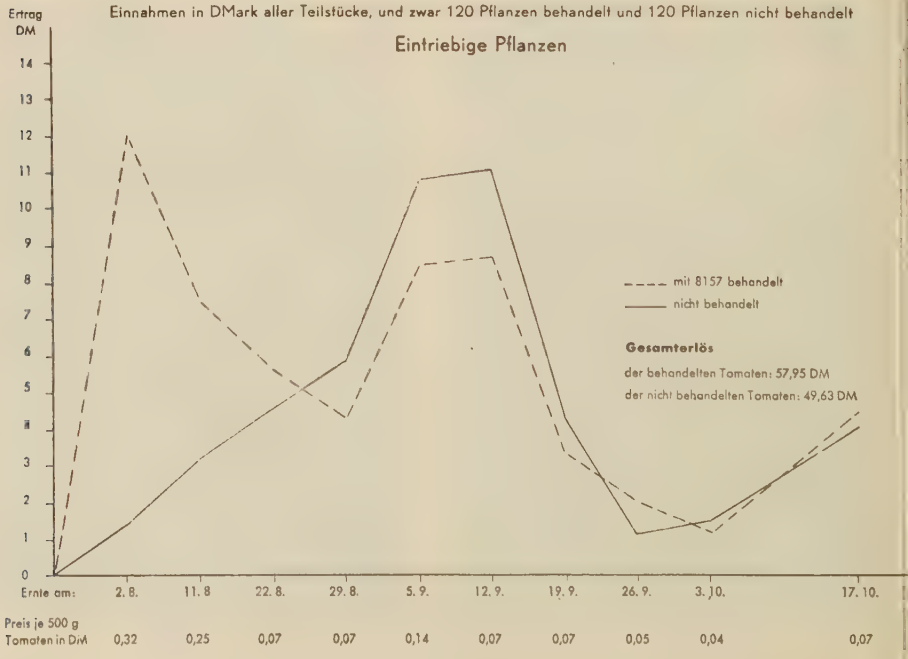
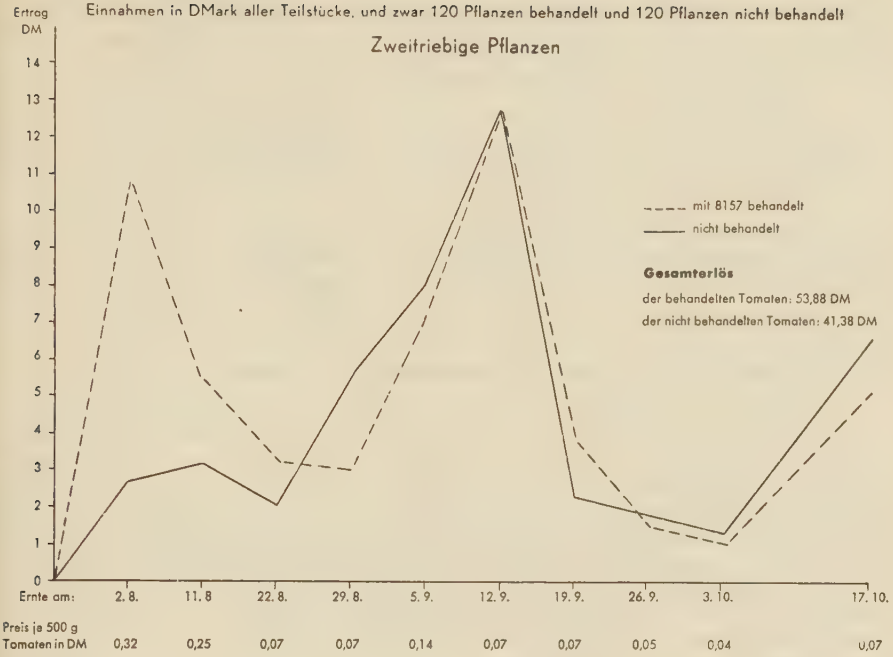

Ertrag DM
Einnahmen in DMark aller Teilstücke, und zwar 120 Pflanzen behandelt und 120 Pflanzen nicht behandelt
Eintriebige Pflanzen
mit 8157 behandelt
nicht behandelt
Gesamterlös
der behandelten Tomaten: 57,95 DM
der nicht behandelten Tomaten: 49,63 DM
Ernte am: 2. 8. 11. 8 22. 8. 29. 8. 5. 9. 12. 9. 19. 9. 26. 9. 3. 10. 17. 10.
Preis je 500 g Tomaten in DM 0,32 0,25 0,07 0,07 0,14 0,07 0,07 0,05 0,04 0,07

Tabelle IV


Ertrag DM
Einnahmen in DMark aller Teilstücke, und zwar 120 Pflanzen behandelt und 120 Pflanzen nicht behandelt
Zweitriebige Pflanzen
mit 8157 behandelt
nicht behandelt
Gesamterlös
der behandelten Tomaten: 53,88 DM
der nicht behandelten Tomaten: 41,38 DM
Ernte am: 2. 8. 11. 8 22. 8. 29. 8. 5. 9. 12. 9. 19. 9. 26. 9. 3. 10. 17. 10.
Preis je 500 g Tomaten in DM 0,32 0,25 0,07 0,07 0,14 0,07 0,07 0,05 0,04 0,07

Die genauen Durchschnittsernteergebnisse wurden in folgender Tabelle zusammengestellt:

Erntetag	Eintriebige Tomatenkultur: Teilstück	Durchschnittsertrag	mittlerer Fehler	Zweitriebige Tomatenkultur: Teilstück	Durchschnittsertrag	mittlerer Fehler
2. 8.	behandelt	2,62 kg	± 0,16	behandelt	2,16 kg	± 0,28
	unbehandelt	0,37 kg	± 0,08	unbehandelt	0,62 kg	± 0,06
11. 8.	behandelt	2,3 kg	± 0,07	behandelt	1,07 kg	± 0,14
	unbehandelt	0,77 kg	± 0,09	unbehandelt	0,78 kg	± 0,04
22. 8.	behandelt	4,7 kg	± 0,5	behandelt	3,5 kg	± 0,26
	unbehandelt	3,33 kg	± 0,20	unbehandelt	1,7 kg	± 0,20
29. 8.	behandelt	3,02 kg	± 0,28	behandelt	3,— kg	± 0,22
	unbehandelt	6,5 kg	± 0,44	unbehandelt	4,75 kg	± 0,74
5. 9.	behandelt	3,2 kg	± 0,11	behandelt	3,8 kg	± 0,24
	unbehandelt	4,9 kg	± 0,42	unbehandelt	4,1 kg	± 0,16
12. 9.	behandelt	8,7 kg	± 0,38	behandelt	11,— kg	± 0,28
	unbehandelt	9,4 kg	± 0,13	unbehandelt	11,1 kg	± 0,59
19. 9.	behandelt	3,— kg	± 0,09	behandelt	3,75 kg	± 0,46
	unbehandelt	4,08 kg	± 0,25	unbehandelt	4,08 kg	± 0,18

Erntetag	Eintriebige Tomatenkultur: Teilstück	Durchschnittsertrag	mittlerer Fehler	Zweitriebige Tomatenkultur: Teilstück	Durchschnittsertrag	mittlerer Fehler
26. 9.	behandelt	2,5 kg	± 0,29	behandelt	2,4 kg	± 0,28
	unbehandelt	2,1 kg	± 0,12	unbehandelt	2,6 kg	± 0,16
3. 10.	behandelt	1,7 kg	± 0,18	behandelt	1,6 kg	± 0,14
	unbehandelt	2,1 kg	± 0,17	unbehandelt	1,7 kg	± 0,16
infolge wenig Sonnenscheinstunden wurden die Ernten 14tägig eingeholt						
17. 10.	behandelt	3,7 kg	± 0,34	behandelt	4,1 kg	± 0,26
	unbehandelt	4,3 kg	± 0,18	unbehandelt	5,3 kg	± 0,38

Durch einsetzenden Frühfrost mußte der Versuch mit der Ernte am 17. 10. abgebrochen werden.

Um die Zuverlässigkeit obiger Zahlen zu prüfen, wurde auch der Sicherheitskoeffizient errechnet (m %). Leider beträgt er bei der überwiegenden Zahl obiger Ergebnisse über 3, d. h. obige Ergebnisse scheinen nicht genügend gesichert, um endgültige Schlüsse ziehen zu können. Der Grund dieser scheinbaren Ungenauigkeit der Ergebnisse liegt nicht im fehlerhaften Arbeiten während der Ernte oder sonstigen Kulturmaßnahmen, sondern dürfte wesentlich darin zu suchen sein, daß der Tomatenversuch als Unterkultur in einer Buschobstanlage stand und Schattenwirkungen bei der Reife nicht ausgeschaltet werden konnten. Die Teilstücke von je 15 Stock (15 qm) waren zu klein, um diese Beeinflussung ausgleichen zu können. In den trockenen Monaten Juli und August war eine Bewässerung der Kultur notwendig, die auch nicht ganz gleichmäßig verteilt werden konnte und dadurch Ernteschwankungen bei der Ernte der einzelnen Teilstücke vorkamen. Das Gesamternteergebnis aber bei

eintriebig gezogenen Tomatenpflanzen von

behandelten Parzellen = 289,70 kg
nicht behandelten Parzellen = 300,20 kg

zweitriebig gezogenen Pflanzen von

behandelten Parzellen = 283,10 kg
nicht behandelten Parzellen = 299,45 kg

zeigt sehr deutlich, daß keine nennenswerten Abweichungen in der Gesamterntemenge zu verzeichnen sind.

Wie Tabelle III und IV zeigt, sind die Geldeinnahmen bei den behandelten Parzellen wesentlich günstiger.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Durch die Behandlung der Tomatenblüten mit dem Präparat 8157 kann eine Ernteverfrühung erwirkt werden.
2. Durch die Ernteverfrühung kann die Rentabilität wesentlich gesteigert werden, zumal die ersten roten Früchte preislich gut abzusetzen sind.
3. Die Ernteverfrühung wurde nach der 3. Erntewoche durch die nicht behandelten Tomatenpflanzen aufgeholt und verläuft dann ziemlich parallel bis zum Schluß der Vegetation.

4. Zur Erzielung einer Ernteverfrühung dürfte eine 4- bis 5malige Behandlung der Blüten im aufblühenden Stadium ausreichen, zumal nach der 3. Erntewoche auch nicht behandelte Pflanzen die gleichen Erträge abwerfen. Der Kostenaufwand für eine 4- bis 5malige Behandlung der Blüten mit 8157 ist unbedeutend.
5. Ein Vorteil der zweitriebig gezogenen Pflanzen gegenüber den eintriebig gezogenen Pflanzen konnte nicht festgestellt werden. Die Geldeinnahmen waren bei den eintriebig gezogenen Pflanzen etwas höher.
6. Tomatenfrüchte, die aus behandelten Blüten hervorgehen, sind größer als Früchte nicht behandelter Blüten, was unter Umständen nicht gerade zum Vorteil gereicht, da der Markt mittelgroße Tomaten als A-Ware bevorzugt.
7. Eine Rückbildung des Kernmaterials bei behandelten Früchten konnte beobachtet werden, jedoch in keinem Falle völlig kernlose Früchte.

Über biologische Besonderheiten der San José-Schildlaus im Zusammenhang mit der Wirkung von Phosphorsäureestern*

Von Privatdozent Dr. Manfred Lüdicke

Je länger man sich mit einem Tier beschäftigt, um so mehr ungelöste Probleme treten einem entgegen. Man sollte annehmen, daß es sich dabei um komplizierte Einzelheiten handelt, die nur auf Grund besonderer technischer Schwierigkeiten nicht gelöst werden könnten. Bei der San José-Schildlaus (SJS) ist dies aber nicht der Fall. Hierfür zwei Beispiele: Man weiß heute noch nicht ganz sicher, ob die San José-Schildlaus einen durchgängigen Darm hat oder nicht. Ebenso steht es nicht fest, ob überhaupt ein Herz vorhanden ist. Solche Probleme sind auch unter Umständen wichtig für die Bewertung von Bekämpfungsstoffen. Gerade die neuen Insektizide sind in bezug auf ihre chemischen und physikalischen Reaktionen auf den tierischen Organismus noch so undurchsichtig, daß man alles daran setzen muß, wenigstens die lösbaren Fragen auf der tierischen Seite, d. h. also die der Anatomie, Physiologie und Biologie der Schildlaus zu klären, ehe an die endgültige Bewertung eines Insektizids herangegangen werden kann. Bezüglich der San José-Schildlaus sind z. B. von Fachleuten Arbeiten veröffentlicht worden, in denen die männliche Zweitlarve mit Extremitätenstummeln dargestellt oder in denen das E 605 als ausgezeichnetes Frühjahrsbekämpfungsmittel gepriesen wurde. Irrtümer sind durchaus menschlich, und es soll hier auch keine Anklage erhoben werden, aber der Leser mag darin eine gewisse Berechtigung meinerseits erblicken,

*) Die Untersuchungen wurden am Zoologischen Institut der Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg und am Institut für Obst- und Gemüsebau der Biologischen Zentralanstalt der US- und Britischen Zone, Heidelberg-Wiesloch, durchgeführt.

einige biologische Besonderheiten der San José-Schildlaus vorauszuschicken, die überdies mit der unterschiedlichen Wirkungsweise der Insektizide vielfach im Zusammenhang stehen. Ich werde daher die morphologische Beschreibung der einzelnen Stadien nur kurz streifen und Fragen wie z. B. die der Saugtätigkeit etwas eingehender behandeln.

Das befruchtete Ei furcht sich superfiziell und entwickelt sich im mütterlichen Körper innerhalb von etwa 30 Tagen. Die im Flugblatt 122/123 der Biologischen Reichsanstalt, April 1940, von Sachtleben und Fulmek (9) angegebene Dauer der Embryonalentwicklung halte ich für etwas zu kurz. Immerhin zeigen die beträchtlichen Schwankungen in den Angaben für die Dauer der Embryonalentwicklung, daß wir es hier mit Poikilothermen zu tun haben, deren Lebensintensität weitgehend von der Temperatur abhängig ist. Außerdem dürften auch andere Faktoren, wie beispielsweise die Beschaffenheit der Nahrung, eine Rolle spielen. Das gilt insbesondere auch für die Eizahl. Für *Chrysomphalus* wurden auf *Citrus* die höchsten Eizahlen bei den Tieren auf den Zweigen festgestellt, während die auf den Blättern oder Früchten sitzenden bedeutend weniger Eier produzierten. Ähnliches gilt auch für die SJS. Die in der Literatur häufig angegebene Junglarvenzahl von 400 halte ich für unser Gebiet zu hoch und nehme auf Grund meiner Versuche ein Schwanken zwischen 50—200 Stück an. Zur Prüfung dieser Frage habe ich weibliche Altläuse entdeckelt und an Stelle des Grauschildes ein Zellophanschildchen mit Gummilösung oder Pelikanol darüber befestigt. Diese Methode gestattet eine einwandfreie Beobachtung der Schildläuse während der Geburt und ist auch durchaus geeignet für die Beobachtung der verschiedenen Entwicklungsstadien und eventueller Parasiten. Ich fand bei dieser Methode allerdings im Oktober bei 20 ° C tägliche Eizahlen von 2—6 Stück. Die Tiere hielten sich wochenlang unter dem Zellophanschildchen. Vor der Geburt kann man an den Embryonen fast alle Einzelheiten erkennen. Insbesondere fallen die im vorderen Drittel des Körpers jederseits befindlichen Rüsselspiralen auf. Ich betone das deswegen, weil später nach der Geburt der Rüssel schleifenartig in einer besonderen Tasche, der sogenannten Crumena, untergebracht ist. Vor der Geburt legt das Weibchen durch einen etwas lockeren und abgehobenen Zuwachsstreifen eine Geburtsöffnung am Schilde an. Auch wird von ihm unter dem Pygidium ein besonderes Geburtssekret abgeschieden, das in seiner Konsistenz und strukturellen Beschaffenheit deutlich von dem für die Schildbildung verwendeten Sekret unterschieden ist. Der Geburtsvorgang dauert nur kurze Zeit und ist innerhalb von 60—70 Sekunden bei einer Temperatur von 20 ° C beendet. Die neugeborene Junglaus ist länglich eiförmig und meist noch nicht abgeplattet, sondern rund. Ihre Oberfläche ist glänzend glatt. Nach einer halben Stunde stumpft sich die Oberfläche des frischgeborenen Tieres ab, und man erkennt häufig eine silbrig glänzende Kappe, mit der das Tier noch an der Vaginalöffnung unter dem Pygidium eine Zeitlang haftenbleibt. Nicht selten bleiben auch mehrere der neugeborenen Jungläuse durch Vaginalsekret miteinander verbunden. Nach 30 bis 60 Minuten beobachtete ich die ersten Bein- und Fühlerbewegungen noch während des Anhaftens am Pygidium. Später fallen die silbrig glänzenden Kappen ab und bleiben als Flöckchen zwischen der Brut liegen. Nach 1 bis 2 Tagen kriechen die Jungläuse an der Geburtsöffnung unter dem Schilde der Altlaus meist mit dem Rücken zur Unterlage hervor. Die Erstlarve besitzt ein Paar Antennen, Augen und 6 Beine. Am Hinterende befinden sich zwei lange Borsten. Ihre Farbe liegt zwischen einem grünlichen und orange Gelb. Die Erstlarve ist nun abgeplattet und läuft mehrere Stunden umher. Die Geschwindigkeit beim Umherlaufen ist temperaturabhängig und beträgt im Durchschnitt

etwa 50 cm bis 1 m pro Stunde. Wenn man bedenkt, daß die Jungläuse zwei Tage bewegungsfähig bleiben können, so besteht in Ausnahmefällen auch durchaus die Möglichkeit, daß sie von einem Johannisbeerstrauch zum andern wandern könnten. Auch ist eine Verbreitungsmöglichkeit durch Obst gegeben, das von reifen Altläusen befallen ist. Es sind dies nicht nur rein theoretische Überlegungen, sondern in der amerikanischen und schweizerischen Literatur einwandfrei belegte Tatsachen. So berichtet z. B. C. L. Marlatt (6) von einer Verschleppung der San José-Schildlaus durch Wegwerfen von befallenem Obst unter einem Rastbaum. Es handelte sich hierbei um eine Gesellschaft, die von einem stark befallenen Garten mit einem Wagen Melonen transportierte und unter einem Obstbaum Rast machte. Dieser in einem an sich von San José-Schildläusen vollkommen freien Gebiet stehende Obstbaum war später stark befallen, so daß eine andere Erklärungsmöglichkeit für die aufgetretene Infektion kaum bestehen dürfte. Auch Schneider und Bovey (10) berichten über eine einwandfreie Verschleppung der San José-Schildlaus durch befallenes Obst. Sonst kommen als Überträger neben den Vögeln vor allen Dingen Insekten in Frage. Bisher hat man den schwarzen Marienkäfer *Microweisia (Pentilia) misella* Lec. *) und die schwarze Ameise *Monomorium minutum* Mayr. als Überträger festgestellt. Interessanterweise scheinen vor allen Dingen schwarze Insekten von den Jungläusen als Träger benutzt zu werden, denn man fand bei dem Chrysomeliden *Typhorus canellus* Fab., der in einer schwarzen und roten Form auftritt, daß nur die ersteren mit San José-Jungläusen behaftet waren. Auch die häufig auf den befallenen Bäumen angetroffene Rote Ameise *Formica schaufussi* Mayr. wurde nicht als Trägertier benutzt.

Nach einem Tage des Umherlaufens bildet sich bei der Erstlarve der erste Sekretflaum. Dieser wird nicht nur an den Seiten, sondern auch auf dem Rücken gebildet. Durch thigmotaktische und Geruchsreize geleitet, setzt sich die Larve fest, wobei diese sich abrundet und ihre Fühler und Beine unter dem Körper einschlägt. Der abgeschiedene Sekretflaum verfestigt sich zum Weißschild mit einer zentralen Erhebung. Der Saugrüssel hat sich intrazellulär durch die Oberhaut und Korkschicht bis in die grünen Rindenzellen des Periderms versenkt und kann unter Umständen bis in die äußersten Schichten des Rindenparenchyms reichen. Nach diesem Stadium bildet sich um den Weißschild zunächst ein dunkler Ring als erste Anlage des Schwarzschildes. Daß hierbei das Pygidium des Tieres sich zwischen Oberhaut und Korkschicht der Rinde schieben kann, zeigt folgender Versuch:

Befreit man einen stark befallenen Apfeljungtrieb von den Schildläusen und bestreicht den so befreiten Rindenteil mit Fettstiftsubstanz, so kann man an den sich später darauf festsetzenden Jungläusen feststellen, daß diese nach Ausbildung ihres Weißschildes Teile der Fettstiftsubstanz ringartig an den Weißschild anlagern. Auch die ausgezeichnete Tarnung der Schildläuse kann auf diese Weise erklärt werden. Der Versuch beweist, daß Oberhautstrukturen, Haare und Algenbelag der Rinde bei der Bildung des Schildes mit aufgenommen werden können. Diese Tatsache ist auch für die Bekämpfung von besonderer

*) Im Gebiet der Bergstraße wurden von Coccinelliden *Chilocorus bipustulatus* L., *Chilocorus renipustulatus* Scriba und *Exochomus quadripustulatus* L. mehrfach von mir gefunden. Sie dürften sowohl als Überträger wie auch als Feinde der San José-Schildlaus in Frage kommen. Herrn Prof. Sachtleben verdanke ich die Bestimmung dieser Käfer und außerdem den freundlichen Hinweis, daß *Chilocorus bipustulatus* L. und *Exochomus quadripustulatus* L. aus Österreich (Fulmek, L.: Erforschung und Bekämpfung der San José-Schildlaus. Mitt. Biol. Reichsanstalt, Heft 65, 1941, S. 95—96) sowie *Chilocorus renipustulatus* Scriba und *Chilocorus bipustulatus* L. aus Rußland (Popova, A.: The San José Scale, Plant Protection, 17, 1938, p. 61—77) als Feinde der SJS bekannt sind.

Wichtigkeit und man könnte sich vorstellen, daß die bisher noch unzulänglichen DDT- und Hexamittel durch einen in die Rinde eindringenden Trägerstoff verbessert werden könnten.

Der Schwarzschild der Erstlarve wird durch sichelförmige, weiße Zuwachsstreifen vergrößert. Hier treten nun zwei neue Fragen auf: Wie ist eine solche Vergrößerung möglich? Und woher kommt die Schwarzfärbung des an sich weißen Zuwachsstreifens? Zu der ersten Frage ist zu sagen, daß die Schildlaus mit Hilfe ihres Rüssels durchaus einer Eigenbewegung fähig ist. Hinzu kommt, daß sie in diesem Stadium einen beträchtlichen Schwellungsprozeß durchmacht, bei dem sie ihren Körper um das 1½fache vergrößert. Die zweite Frage wird zum Teil durch die Beobachtung der Sekretabscheidung bei einer Reizung der Schildläuse mit E 605 f geklärt. Man findet nämlich, daß an den Seiten des Pygidiums weiße Sekretfäden für die Schildbildung abgeschieden werden, während in der Mitte sich häufig ein über die Spitze des Pygidiums verlängerndes Sekret- oder besser gesagt Exkretband bildet. Wenn die Schildläuse, wie es der Laie annimmt, so ungeheure Mengen von Pflanzensäften in sich aufnehmen, daß die Pflanze dadurch zum Absterben kommt, muß man sich fragen, wo der Kot bleibt. Der Darm der San José-Schildlaus ist im Hinblick auf die Verhältnisse bei Schildläusen aller Wahrscheinlichkeit nach nicht als durchgängig anzunehmen, sondern dürfte aus einem Ösophagus bestehen, der in einem sackförmigen Magen blind endet. Dieser Magen wird durch zwei Ligamente mit der Rektalampulle verbunden. In das Rektum mündet ein sich vorn etwas erweiternder Hinterdarmteil, der die Malpighischen Gefäße aufnimmt. Die aufgenommene Nahrung müßte also durch die Magenwand in die Leibeshöhle diffundieren, und die Exkremente könnten dann nur aus Stoffen gebildet werden, die aus der Leibeshöhlenflüssigkeit über die Malpighischen Gefäße in das Rektum gelangen. Es wäre also verständlich, daß bei der SJS wenig dickflüssiger Kot in Form eines Exkretbandes abgeschieden wird. Er dient dann zur Verklebung der vom Pygidiumrand abgeschiedenen Sekretfäden und würde so auch die Farbvarianten des Schildes auf der Rinde und auf der Frucht erklären. Bei vielen Tieren ist die Kotfarbe abhängig von der aufgenommenen Nahrung, und man kann sich vorstellen, daß ein mit Exkreten aus Rindensaft hergestellter Schild anders aussieht, als ein solcher mit Exkretstoffen aus der Frucht. Vielleicht ist sogar die verschiedene Färbung des Schwarz- und Grauschildes durch die verschiedene Rüssellänge und die damit unterschiedliche Erschließung der Nahrungsquellen in der Rinde zu erklären. Hierbei muß man aber möglicherweise auch an eine verschiedene Stoffwechsellage der einzelnen Entwicklungsstadien und an eine Infektion durch Pilze denken. Daß die verschiedene, für die Verklebung der Spinnfäden herangezogene Exkretsubstanz des Schildes auch für die Bekämpfung von Wichtigkeit werden kann, liegt auf der Hand. Es ist durchaus möglich, daß die eine Schildart durch einen Bekämpfungsstoff angreifbarer ist als die andere.

Die Stechborsten sind zu einem Rüssel vereinigt und bestehen aus zwei beweglichen Mandibeln und zwei miteinander fest verbundenen Maxillen, in denen sich ein Saug- und ein Speichelrohr befinden. Das Einbohren müßte wieder in Analogie zu verwandten Schildläusen durch besondere Pro- und Retraktoren an der Basis der Borsten erfolgen, wobei in gewissen Abständen die abwechselnde Bewegung der Mandibeln und Maxillen durch eine im Basalglied des Labiums befindliche Klemmvorrichtung festgehalten würde. Während des Vortreibens des Rüssels wird aus dem Speichelkanal dauernd Speichel abgeschieden, der zunächst zähflüssig ist und später erhärtet. Mit der Saugtätigkeit erfolgt dann gewissermaßen als Indikator für die durch

den Speichel aufgetretene Reizung der Zellen die bekannte Rotfärbung, die vor allem die grünen Rindenzellen des Periderms erfaßt und sich netzartig auch im Schwammparenchym ausbreiten kann. Unter Umständen kann es sogar zu einer Rötung des Siebteiles, des Kambiums und der Markstrahlen kommen. Aus diesem Grunde und den vorher angestellten Überlegungen über die Nahrungsaufnahme glaube ich, daß der Hauptschaden der San José-Schildlaus weniger auf einer Entnahme der Pflanzensäfte, als vielmehr auf einer Giftwirkung durch den Speichel beruht.

Nach 12 Tagen häutet sich die Erstlarve zur Zweitlarve. Man beobachtet nicht selten dabei ein Steckenbleiben der Zweitlarve in der ursprünglichen Larvenhaut. Diese Tatsache scheint ihre Ursache in Temperaturschwankungen zu haben und zeigt ebenfalls, daß auf diese Weise eine unterschiedliche Wirkung eines Insektizids möglich ist. Der vom Schwarzschild hochgehobene Weißschild ist unter Zurücklassen eines Ringes und einer zentralen Erhebung zu dieser Zeit meist abgeworfen. Die Larvenhaut wird in dem Schild verwoben und die Bildung des Grauschildes weiter fortgesetzt. Bei den Zweitlarven ist ein deutlicher Unterschied der Geschlechter festzustellen. Die männliche Zweitlarve ist langgestreckt und besitzt Augenanlagen, jedoch sind in beiden Geschlechtern die Zweitlarven ohne Extremitätenanhänge. 20 Tage nach der Geburt häutet sich die weibliche Zweitlarve zur Altlaus. Sie verwebt die zweite Larvenhaut ebenfalls in den Schild und ist nach etwa 10 Tagen geschlechtsreif. Im Sommer erreicht eine Junglaus also nach 30 Tagen die Geschlechtsreife, während im Herbst etwa 50 Tage dafür benötigt werden. Für unser Gebiet nimmt man zwei Generationen und in warmen Sommern noch die Anfänge einer dritten an, jedoch fehlen hier noch exakte Einzelbeobachtungen.

18 Tage nach der Geburt häutet sich die männliche Zweitlarve zur Pronymphe. Sie verwebt die zweite Larvenhaut nicht in den Schild, sondern stößt sie nach hinten aus dem Schilde heraus. Der Rüssel wird hierbei mitgehäutet und abgeworfen. Die Pronymphe hat wieder Anlagen für Fühler und Beine sowie auch Flügelansätze. 20 Tage nach der Geburt häutet sich die Pronymphe zur Nymphe mit größeren gegliederten Extremitätenanlagen sowie längeren Fühlern und Flügelscheiben. Am Hinterleibsende fällt die Anlage des Begattungsorgans zum Unterschied von der Pronymphe, die nur zwei kleine Borsten besitzt, ins Auge. 24 bis 26 Tage nach der Geburt erfolgt die Häutung zur Imago ebenfalls unter Ausstoßung der Larvenhäute. Nach Erhärtung der Chitinteile schlüpft das zarte Männchen am Hinterende des Schildes aus, und zwar meist unter Umfaltung der Flügel nach vorn. Es besitzt zwei schwach geäderte irisierende Vorderflügel, denen die verkümmerten Hinterflügel angeheftet sind. Man kann also in diesem Sinne nicht von Halteren sprechen. Das Männchen besitzt vier Augen, lange, gegliederte Flügel und einen Begattungsapparat am Hinterende. Es ist orange gefärbt und hat einen dunklen Streifen auf dem Prothorax. Nach dem Schlüpfen wandert es ziemlich schnell, jedoch etwas unbeholfen, auf der Rinde umher und sucht das Weibchen wohl durch Geruchs- und Berührungsreize gelenkt, auf. Hat es das Weibchen gefunden, so stellt es sich auf seinen Schild und versucht, den Begattungsapparat unter starker Einkrümmung des Hinterleibes unter den Schild zu führen. In einem Fall konnte ich beobachten, daß das Männchen zur Führung des Begattungsapparates auch die beiden zusammengelegten Hinterbeine benutzte. Die unter rhythmischen Auf- und Abwärtsbewegungen eingeleitete Begattung ist nach etwa 1 Minute beendet. Das Männchen wandert weiter und kann noch andere Weibchen begatten. Es

besteht auch die Möglichkeit, daß ein Weibchen von mehreren Männchen begattet wird. Da auch häufig noch nicht vollkommen geschlechtsreife Weibchen von den Männchen begattet werden, ist eine längere Haltbarkeit des Samens im weiblichen Receptaculum seminis anzunehmen.

Die Entwicklung des Weibchens stellt also eine regressive Heterometabolie dar, und da die Weibchen gewissermaßen im Larvenstadium geschlechtsreif werden, kann man durchaus auch von einer Neotenie sprechen. Die Entwicklung der Männchen kann als unisexuelle Holometabolie bezeichnet werden, es muß aber dabei betont werden, daß auch regressive Vorgänge, wie beispielsweise die Auflösung des Darmes, vorhanden sind und daß die Umwandlung über die verschiedenen Stadien allmählich erfolgt. Man würde daher besser wohl von einer Parametabolie (W e b e r H. 13) sprechen.

In der biologischen Betrachtung der San José-Schildlaus bin ich vor allem auf die Schildbildung und den Saugakt näher eingegangen. Es ist nicht gleichgültig für die Bekämpfung, ob ein Schild supra- oder intrakortikal liegt, oder ob der Schild aus Exkretstoffen der Rinde oder der Frucht aufgebaut ist. Ein Insektizid kann unwirksam werden, wenn die Zweitlarve in der Haut der Erstlarve verbleibt oder wenn die Mundwerkzeuge, wie bei der Pronymphe und Nymphe, abgeworfen werden. Es sind sehr viele Faktoren, die die Wirkungsweise der Bekämpfungsstoffe beeinflussen können. Die größte Rolle aber spielt wohl die unterschiedliche Empfindlichkeit der Tiere bei verschiedenen Temperaturen.

Versuche mit dem Insektizid E 605 f.

Tauchversuche:

Die ersten Tauchversuche mit E 605 f machte ich im Juli des Jahres 1947. Am 23. 7. wurden mittelstark mit San José-Schildläusen befallene Zweige verschiedener Apfelbäume aus dem Befallszentrum Dossenheim a. d. Bergstraße in wäßrige Lösungen dieses Mittels von 0,005-, 0,01-, 0,02-, 0,03- und 0,05%iger Konzentration für je 2, 5, 15, 30 und 60 Minuten getaucht. Die gemessenen Wassertemperaturen lagen für die angegebene Reihenfolge der Konzentrationen bei 24,3, 21,9, 20,3, 21,6 und 21,3 ° C. Das Resultat dieses ersten Tauchversuches war, daß während dieser Jahreszeit innerhalb der angegebenen Konzentrations- und Tauchdauergrenzen bei allen Kombinationsmöglichkeiten Sekretfahnenbildungen auftreten können. Eine weibliche Schildlaus, die z. B. 30 Minuten lang in 0,05%iger E 605 f-Brühe getaucht wurde, war 8 Tage nach der Behandlung beträchtlich unter ihrem ursprünglichen Schild hervorgekommen und leicht gequollen. Sie vollzog mit ihrer Pygidiumspitze rhythmische, in der Bahn des in die Abb. 1 gestrichelt eingezeichneten Dreieckes liegende Spinnbewegungen. Dabei konnten in dem Pygidium kurze Muskelkontraktionen festgestellt werden, die sich äußerlich dadurch kundtaten, daß auf ihm zeitweilige tiefe Eindellungen erfolgten. Auch war in rhythmischer Folge eine Zusammenziehung und eine darauf folgende Streckung des Tieres zu beobachten. Diese Bewegungen entsprechen m. E. den normalen Spinnbewegungen des Pygidiums, bei denen mit Hilfe der Chitinplatten und Drüsenhaare das Drüsensekret zu einem festen Zuwachsstreifen versponnen wird. Hier aber werden die Gespinstfäden nicht mehr versponnen, sondern als lange, deutlich zu verfolgende Fäden abgeschieden, die nur noch mit ihrem ältesten Teil an dem letzten normalen Zuwachsstreifen haften oder aber, wie Abb. 1 zeigt, auch frei in die Luft ragen können. Die Behandlungsdauer übt keinen sichtbaren Einfluß auf die Reaktionsart aus. In der

Abb. 1 ist auch die Zusammensetzung der Wollfahne aus einzelnen Wollfäden zu erkennen. Die Wollfäden bestanden aus einzelnen vielfach umeinander gewundenen Fädchen.

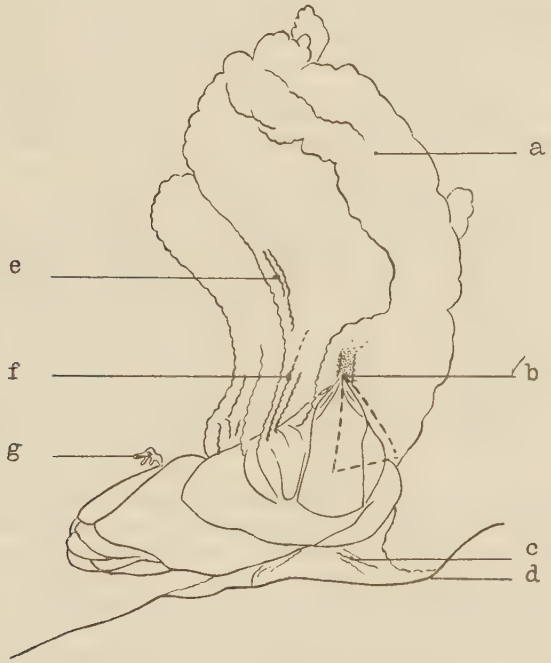


Abb. 1: Eine unter ihrem Schild hervorgestemmte weibliche San José-Schildlaus mit starker Sekretfahnenbildung, wie sie nach Behandlung mit E 605 f kennzeichnend ist. a) Sekretfahne; b) Pygidiumspitze mit der gestrichelten Bewegungsbahn derselben und dem darüber gelegenen Exkretband; c) ventrale Sekretabscheidung; d) Kontur des Untergrundes; e) Einzelausführung der Sekretfäden der Fahne; f) Sekretfäden nahe ihrem Bildungsort; g) gerade abgeschiedener Sekretfaden der Hinterleibsseite. 50 fach vergrößert.

Suter P. (11) nennt die Randdrüsen der Hinterleibssegmente Wachsdrüsen. Berlese A. (2) bezeichnet sie als Seidendrüsen. Nach Weber H. (14) sollen andere nicht vom Autor zitierte Verfasser von dem Sekret als von einer chitinähnlichen Substanz sprechen. In Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches 1939 spricht Pflugfelder (8) von „Schildlauswachs". Das Wachs soll bestehen aus Gemischen von Cerotinsäure, Cerotinsäurecerylester, Melissylalkohol, Palmitinsäureester und verwandten Alkoholen und Estern, Theodoro G. (12), Becker M. (1), Mayer P. (7), Liebermann (4). Nach dem letzten Autor soll der Hauptbestandteil des Cochenille-Wachses, das Coccerin, aus einem Ester der Coccerylsäure $C_{21}H_{62}O_3$ und des Coccerylalkohols $C_{30}H_{62}O_2$ bestehen.

Diese sich z. T. widersprechenden Angaben erklären sich m. E. so, daß die Sekrete der Schildläuse sehr verschieden sind. Es wird solche geben, die dem

Wachs sehr ähnlich sind und andere, die mehr Ähnlichkeit mit Chitin oder Seide haben. Die San José-Schildlaus dürfte wohl zu der zweiten Gruppe gehören. Die lockeren Gespinstfäden der mit E 605 f gereizten Schildläuse lösten sich jedenfalls nicht nach wochenlanger Aufbewahrung in Xylol, Methanol, Äther, Chloroform und Aceton bei Zimmertemperatur. Die lockeren Einzelfäden der Randdrüsen des Pygidiums setzen sich aus einem zentralen Faden und einer diesen umgebenden peripheren Hülle zusammen.

Um nun auch den Schwellenwert ausfindig zu machen, bei dem noch laufende Jungläuse auftreten können, habe ich das Mittel noch etwas stärker verdünnt und eine Konzentration von 0,0005 % für die Tauchversuche mit herangezogen. Als stärkste Lösung wurde 0,5 % des Mittels gewählt, so daß dem Versuch, der am 30. August gleichen Jahres durchgeführt wurde, eine Konzentrationsreihe von 0,5, 0,05, 0,005 und 0,0005 % mit den Tauchzeiten von 60, 30, 15, 5 und 2 Minuten zugrunde lag. Der Schwellenwert, bei dem nach 4 Tagen noch laufende Jungläuse festgestellt wurden, lag in diesem Versuch bei einer Konzentration von 0,005 % und bei einer Tauchdauer von 15 Minuten. Bei einem anderen, am 26. September durchgeführten Tauchversuch waren an einem Apfelzweig auch bei 60 Minuten Tauchdauer in 0,005 %iger E 605 f-Brühe noch laufende Jungläuse am folgenden Tage zu beobachten. Da bei diesem zweiten Tauchversuch Brühen von 0,005, 0,01, 0,02, 0,03, 0.04 und 0,05 % des Mittels Verwendung fanden und schon bei 0,01 % bei allen Tauchzeiten von 60, 30, 15 und 5 Minuten keine laufenden Jungläuse festgestellt werden konnten, kann man wohl sagen, daß die Grenzkonzentration für die laufenden Jungläuse zwischen 0,01 und 0,005 % der E 605-Brühe liegen muß (E 605 f, *1947!*). Es wurden natürlich auch bei 0,005 %iger Konzentration lebende Altläuse festgestellt. Daß für die letzteren die Grenzkonzentrationen des Mittels unter gewissen äußeren Bedingungen auch etwas höher liegen können, wurde mir durch einen Versuch bestätigt, bei dem ich stark befallene Johannisbeerzweige für 20 Tage einer Temperatur von 3—5° C aussetzte. Im Anschluß daran wurden sie 8 Tage lang bei 20° C gehalten und dann 30 Minuten lang je in eine 0,005 und 0,01 %ige E 605 f-Brühe getaucht. Es wurde ebenso wie bei den anderen Versuchen dafür Sorge getragen, daß die Basis der Zweige nicht in die E-Brühe eintauchte, damit später nicht Spuren derselben durch das Wasser, in welches die Zweige nach dem Tauchen und Trocknen gestellt wurden, über die Schnittfläche in die Gefäße der Pflanze eindringen und so eine Reaktion von innen her bei den Schildläusen verursachen konnten. Auch wurde dieser basale Teil der Johannisbeerzweige vollständig von Schildläusen befreit. Trotz aller dieser Vorsichtsmaßnahmen aber wurden 6 Tage und auch 14 Tage nach der Behandlung noch laufende Jungläuse festgestellt. Auch ein gebärendes Weibchen konnte an dem in 0,01 %ige E-Brühe getauchten Zweig beobachtet werden. Andere weibliche Schildläuse waren dagegen unter ihrem Schild hervorgekommen und zeigten die bekannte Spinnbewegung. Ob für die höhere Lage der tödlichen Konzentration allein die Unterkühlung ausschlaggebend war, müssen spätere Versuche entscheiden. Es wäre durchaus denkbar, daß infolge der niedrigen Temperatur die Bedingungen für die Sekretabscheidung, für die Schildbildung und auch für das Ansprechen auf die gesetzten Reize andere als in den heißen Sommermonaten sind. Und ich glaube, daß es ganz ratsam ist, den Gesichtspunkt, daß die gesamte Stoffwechsellage bei diesen Poikilothermen im Winter eine andere als in der heißen Jahreszeit ist, auch bei der Mittelprüfung noch mehr zu berücksichtigen.

Daß auch noch andere Faktoren für eine unterschiedliche Wirkung des Mittels eine Rolle spielen können, zeigen die Tauchversuche an mittelstark

befallenen Äpfeln. Ich habe hierbei die gleichen E 605 f-Konzentrationen angewandt wie bei den Tauchversuchen mit den Obstbaumzweigen, habe aber bisher nur eine einzige Sekretfahnenbildung beobachten können, während die Abtötungserfolge noch etwas besser als bei den Zweigen waren.

In diesem Zusammenhang wurde das Eindringungsvermögen von E 605 in das Fruchtfleisch von Äpfeln untersucht. Es wurden hierbei verschiedene Sorten zur Prüfung herangezogen. Jedoch konnte bezüglich des Ergebnisses keine Sortenabhängigkeit festgestellt werden.

Am 12. 8. 1948 wurden je 4 Äpfel in der Zeit von 11—15 Uhr in 0,02 bzw. 0,1 %ige E 605 f-Brühe getaucht und nach dem Tauchen 24 Stunden im Labor an der Luft getrocknet.

Mit je einem Apfel der beiden Konzentrationen wurden Tastversuche mit Ohrwürmern *(Forficula spec.)* durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden die Äpfel gut über die Hälfte geschält und anschließend noch im geschälten Bereich halbiert. Mit Hilfe eines Korkbohrers von 1,4 cm lichter Weite wurde ein Zylinder aus dem Fruchtfleisch von innen nach außen herausgestanzt und mit Hilfe eines Glasstabes aus dem Korkbohrer auf ein Fließpapier hinausgeschoben. Der herausgestanzte Fruchtfleischzylinder wurde mit dem Fließpapier allseitig getrocknet und in parallele Scheiben von je 2 mm Dicke von außen nach innen fortschreitend mit einem Rasiermesser zerschnitten. Je eine solche Scheibe wurde in eine Petrischale von 8,7 cm Durchmesser unter Zusetzen von 10 Ohrwürmern gelegt.

Obwohl die Apfelscheiben bis auf die eigentliche Schale von allen Versuchstieren drei Tage nach dem Zusetzen aufgefressen waren, konnte keine insektizide Wirkung des Esterpräparates bei täglichen Kontrollen bis zum 3. 9. festgestellt werden.

Am 20. 8. wurden um 17 Uhr in der gleichen Weise Versuche mit je einem in 0,02 %ige und 0,1 %ige E 605 f-Brühe getauchten Apfel angesetzt, bei denen jedoch in der Annahme, daß die Apfelmenge möglicherweise in der ersten Versuchsreihe zu gering war, je 2 Fruchtfleischzylinder aus den Äpfeln herausgestanzt und dementsprechend die Schalen auch mit jeweils 2 Scheiben beschickt wurden. Die Äpfel wurden also 8 Tage nach ihrem Tauchen in die Esterbrühe verwendet. Von dieser Zeit hatten sie den ersten Tag im Labor und die übrigen 7 Tage im Kühlschrank bei 5° C gelegen. Nach 11 Tagen waren interessanterweise in den Schalen mit den oberflächlichen Fruchtfleischscheiben bis zu einer Tiefe von 2 mm bei der geringen Konzentration 4 von 10 Ohrwürmern aufgefressen und 6 normal. Bei der höheren Konzentration von 0,1 % waren 3 aufgefressen, 1 verkrampft und 6 normal. Sonst aber war von den übrigen 60 Versuchstieren nur eins aufgefressen. Die 20 Kontrolltiere waren alle normal. Dieses Ergebnis läßt also auf eine erhöhte Erregbarkeit der Tiere schließen, die mit dem an der Oberfläche gelegenen Fruchtanteil in Berührung gekommen waren bzw. von diesem gefressen hatten.

Am 27. 8., also 15 Tage nach dem Tauchen der Äpfel wurden in der gleichen Weise wie bei der 2. Versuchsreihe je 4 Schalen mit den Fruchtfleischscheiben zweier getauchter Äpfel und 10 Ohrwürmern beschickt. Als Kontrolle dienten wiederum 2 Schalen mit je 2 unbehandelten Apfelscheiben gleicher Größe und 10 Ohrwürmern. Am 16. 9. waren in den Petrischalen mit den an der Oberfläche gelegenen Fruchtscheiben je 7 Tiere tot und 3 zerfressen. Die Ohrwürmer waren unter den typischen Krampferscheinungen zugrunde gegan-

gen. Die insektizide Wirkung war bei der höheren Konzentration wesentlich erhöht und auch ausgeprägter in Erscheinung getreten. Alle übrigen Schalen wiesen bis zum Versuchsende 10 normale Tiere auf.

In einer weiteren vom 3. 9. bis zum 1. 10. durchgeführten Versuchsreihe, bei der die Schale des herausgestanzten Fruchtzylinders in etwa 0,3 mm Dicke abgeschnitten und in ein gesondertes Petrischalenpaar gelegt wurde, konnte in der stärkeren Konzentration von 0,1 % der einwandfreie Beweis erbracht werden, daß der Ester tatsächlich in der eigentlichen Schale selbst festgehalten wird, denn am 1. 10. waren von den eingesetzten 10 Tieren nur noch 4 normal und 6 zerfressen, während von den übrigen 120 Versuchstieren nur 2 zerfressen waren und eins davon sogar noch aus der Versuchsschale mit der mit 0,02 % E 605 behandelten Apfelschale. Dieses Ergebnis deckt sich sehr schön mit den von Frohberger (3) mitgeteilten Befunden, in denen ebenfalls eine Speicherung des Insektizids in der Cuticula der Fruchtschale festgestellt wurde.

Spritzversuche

Die Freilandversuche sind hier nur von zwei Gesichtspunkten aus von Interesse. Einmal geben sie einen Hinweis dafür, bei welchen Mittelgruppen solche Gespinstbildungen auftreten und zweitens zeigen sie, daß bei E 605 f diese Gespinstbildungen an den Schildläusen der unter natürlichen Lebensbedingungen wachsenden Obstbäume und Sträucher hervorgerufen werden können. Gerade diese letzte durch zahlreiche Spritzversuche bewiesene Tatsache, daß bei der Verwendung von E 605 f-Emulsionen die geschilderten Reizreaktionen in Form von leichten Quellungen und deutlichen Gespinstbildungen unter vollkommen natürlichen Verhältnissen auftreten, scheint mir für die Beurteilung des ganzen Problems von eminenter Wichtigkeit. Denn hier können diese Reizreaktionen nicht durch das Abschneiden der Zweige oder durch andere Begleiterscheinungen, wie sie bei Laborversuchen nicht zu vermeiden sind, hervorgerufen werden. Es sei denn, man nimmt ein Eindringen des Esters in das pflanzliche Gewebe an und folgert daraus eine Schädigung der Pflanze, die ihrerseits dann die Reizreaktionen der Tiere auslöst. Vergleiche hierzu auch das für die Leitversuche Mitgeteilte.

Für die Spritzversuche wurden Mittel auf der Basis von Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT), Hexachlorcyclohexan, Schwefelkalkbrühen und die neuen Phosphorsäureester verwendet, und zwar das Zwei- bis Dreifache der normalen Spritzbrühemenge pro Baum. Interessanterweise aber traten Gespinstbildungen nur bei den letzteren auf, und gerade diese zeigen auch die besten insektiziden Wirkungen. Bisher war die Bekämpfung der Deckelschildläuse gerade deswegen so schwierig, weil die verwendeten Mittel an die unter den schützenden Schilden liegenden Tiere nicht heranzubringen waren. Wenn aber die Phosphorsäureester besonders in der intrakortikalen Rindenzone festgehalten werden, in der häufig die Schildläuse die Zuwachsstreifen ihrer Schilde bilden, so müssen diese an und für sich schwer zu bekämpfenden Tiere gerade von diesen Mitteln erfaßt werden. Ich glaube, daß die guten Erfolge bei der Verwendung der Phosphorsäureester nicht so sehr auf ein Durchdringen der Schilde von oben her beruhen, sondern vielmehr durch das Eindringungsvermögen des Esters in die Oberhaut der Jungtriebe durch eine später noch zu schildernde anhaltende Wirkung auf der Rinde und die durch

das Mittel hervorgerufene Quellung bzw. Spinnsekretion eines Teiles der Schildläuse erklärt werden können. Dabei ist noch gar nicht einmal gesagt, daß eine ausgesprochene Sekretfadenbildung stattfinden muß, sondern es genügt allein eine lockere und dem Substrat nicht fest aufliegende Zuwachsstreifenbildung. Es sind dies nicht nur rein theoretische Überlegungen, sondern Schlußfolgerungen, die sich aus Beobachtungen bei den Freilandversuchen und auch aus einigen im Anschluß hieran zu besprechenden Laborversuchen ziehen lassen.

Ich habe im Februar und März 1948 Freilandspritzungen an Apfel, Birne, Kirsche und Pfirsich mit 0,05 %igem E 605 f durchgeführt und konnte nach 49 bis 82 Tagen noch 2 bis 5 % lebende Schildläuse bei mittelstarkem Befall feststellen. Da die Esterwirkung sich auf 60 Tage erstrecken kann, ist es unbedingt notwendig, bis zu einer endgültigen Beurteilung des Mittels so lange zu warten. Fünf am 4. März ebenso behandelte Apfelbäume hatten am 22. April 3 bis 8 % lebende Schildläuse und am 1. Juni durch das Auftreten von Jungläusen sogar 30 % lebende Tiere. Quellungen und Sekretfahnenbildungen waren kaum zu beobachten. Ebenso behandelte Apfelzweige, die aber im Labor aufgestellt waren, zeigten eine volle Wirksamkeit des Esterpräparates. Am 1. Juni und 23. Juli 1948 durchgeführte Freilandspritzungen mit dem gleichen Mittel und der gleichen Konzentration waren bei Apfel, Birne und Pfirsich erfolgreich, jedoch hatte eine in gleicher Weise am 1. Juni behandelte Kirsche am 8. September noch 5 % lebende Schildläuse, während alle anderen ebenso behandelten Bäume des gleichen Gartens frei blieben. Da es sich um junge Bäumchen handelte, die nach der Spritzung noch auf die Vollständigkeit der Benetzung eingehend kontrolliert wurden, kommen Spritzfehler nicht in Frage. Auch bei im Freiland aufbewahrten Versuchszweigen konnte ich bei gleicher Behandlung Wirksamkeiten von 93—98 % feststellen. Ich benutzte bei allen diesen Versuchen das E 605 f von 1947. Wenn man nicht ein Altern des Präparates annehmen will, so glaube ich, daß man diese wechselnden Erfolge auf die oben genannten Faktoren, wie Poikilothermie, Häutungsanomalien, intrakortikale Schildlage usw. möglicherweise auch zurückführen kann. Ich möchte ausdrücklich betonen, daß sich das E 605 f in dem heißen Sommer von 1947 in zahlreichen Labor- und Freilandversuchen, die unter den strengsten wissenschaftlichen Kontrollen durchgeführt wurden, ganz ausgezeichnet bewährt hat. Wenn in letzter Zeit mit Phosphorsäureesterpräparaten wechselnde Erfolge zu verzeichnen waren, so soll man den Ursachen dafür nachspüren und nicht ruhen, bis man die Mißerfolge erklären kann. Man sollte aber bei aller Kritik nicht außer acht lassen, daß das E 605 f das beste deutsche Sommerbekämpfungsmittel gegen die San José-Schildlaus war.

Für die Prüfung der insektiziden Wirksamkeit der oben genannten Mittel wurde mit Hilfe eines Fettstiftes an von den Schildläusen bevorzugten Zweigstellen ein Winkel gezeichnet und die innerhalb des Winkels gelegene Rindenfläche von sämtlichen Schildläusen befreit. Später wurde dann für die Auswertung an diesem Winkel eine Blende mit einer Öffnung von 1 qcm angelegt und die auf dieser Fläche befindlichen Jungläuse bzw. die neu angesiedelten Läuse mit ihren Schilden ausgezählt. Es ist dies eine Kontrollmethode, die sich für die Zeit des massenhaften Auftretens der Jungläuse praktisch bewährt. Ich ziehe diese Art des Anlegens eines Kontrollfeldes jeder Markierung durch Bind- oder Bastfäden vor, denn ich habe verschiedentlich beobachten können, daß sich die jungen Läuse mit Vorliebe wohl auf Grund von thigmo- und thermotaktischen Reizen gern unter solchen Fäden festsetzen. Wie schon weiter

oben geschildert wurde, stellt die Fettstiftsubstanz für die Jungläuse einen vollkommen indifferenten Stoff dar, den sie sogar bei der Schildbildung mitaufnahmen. Die Anlegung eines solchen Kontrollfeldes erfolgte bei den Freilandversuchen stets vor jeder Spritzung. Bei den Versuchen konnte nach Spritzungen mit E 605 f in 0,02- bis 0,05%iger Konzentration festgestellt werden, daß die Jungläuse, die sich auf dieser Kontrollfläche festsetzten, vielfach starben und daß sie, wenn sie noch einen Wollflaum als erste Anlage des Weißschildes gebildet hatten, sich später nicht weiter entwickelten, sondern vertrockneten. So waren, um nur ein Beispiel von vielen zu nennen, auf dem Kontrollfeld der Rinde eines Birnbaumes, der am 25. Juli mit E 605 f in 0,05%iger Konzentration gespritzt worden war, am 3. September 6 abgestorbene Jungläuse mit Gespinstbildung festzustellen. Auch sonst wurden auf dem Baum keine laufenden, wohl aber abgestorbene festgesetzte Jungläuse festgestellt. Das war zu einer Zeit, wo bei unbehandelten Obstbäumen zahlreiche Jungläuse angetroffen wurden. Die mittleren und alten Stadien waren gequollen und zeigten Wollbildung.

Zur Erhärtung der Freilandbeobachtungen machte ich dann folgenden Laborversuch. Ein getopfter Johannisbeerstrauch wurde mit seinem oberen Stammteil am 18. August 15 Minuten lang in eine 0,05%ige E 605-Brühe getaucht. Der untere Stammteil war dabei dick mit Zellstoff umwickelt, um die Dämpfe der E-Brühe für die kurze Zeit des Tauchens möglichst weitgehend abzuhalten. Nach dem Tauchen wurde der Strauch in der gleichen Stellung, d. h. also mit der Triebspitze nach unten getrocknet und erst nach 20 Stunden die dicke Zellstoffmanschette entfernt. An dem getauchten Stammstück wurde am 19. August ein Kontrollfeld in der oben geschilderten Weise eingerichtet. Am 2. September war das Kontrollfeld von 1 qcm noch nicht besiedelt, aber es befand sich bereits am 30. August unterhalb der Fläche von 1 qcm, also noch auf dem von Schildläusen freigemachten Teil, ein neuer Weißschild. Am 9. September war dieser Weißschild abgefallen, während die Laus tot und vertrocknet noch an der Ansatzstelle hing. Im Kontrollfeld fanden sich drei neue Weißschilde mit lockerer Gespinstbildung. Am 16. September konnte noch keine Weiterentwicklung dieser Weißschilde festgestellt werden, während beispielsweise im unteren unbehandelten Stammteil ein Tier, das sich am 9. September noch im ungedeckelten Larvenstadium befand und durch seine Flaumbildung in Form weißer nach dem Körperrand radiär verlaufender Streifen auffiel, an diesem Tage sich schon zum Schwarzschild entwickelt hatte. Am 2. Oktober wurden auf dem Kontrollfeld eine laufende und sechzehn festgesetzte, aber vertrocknete Jungläuse gezählt. Außerdem fanden sich acht Weißschilde. Die wolligen Weißschilde vom 16. September hatten sich nicht mehr weiter entwickelt, jedoch befand sich unterhalb der Mitte des Kontrollfeldes ein regelrechter, d. h. nicht so sehr wolliger, sondern fester Weißschild, von dem man annehmen konnte, daß er sich weiter entwickeln würde. Der oben beschriebene Schwarzschild des nicht getauchten Stammteiles hatte sich zu einem länglichen männlichen Schwarzschild mit weißem Zuwachsstreifen entwickelt. Am 11. Oktober wurden eine laufende und 21 festgesetzte, aber tote Jungläuse sowie 5 Weißschilde im Kontrollfeld gezählt. Der feste, in der unteren Mitte des Kontrollfeldes befindliche Weißschild vom 2. Oktober war dunkler geworden, jedoch war er am 21. Oktober ebenfalls vertrocknet. Eine Auszählung mehrerer 1 qcm großer Felder am unteren unbehandelten und am oberen getauchten Teil sowie an der Grenze ergab folgenden im ersten Augenblick überraschenden Befund:

	Jungläuse leb.	Festges. Jungläuse leb.	tot	Weißschilde leb.	tot	Schwarzschilde leb.	tot	Männchen leb.	tot	geschlüpft	Weibchen leb.	tot
Feld 1 Unbehandelt unten	7	3	0	17	4	20	12	3	7	6	5	3
Feld 2 Unbehandelt unten	9	4	6	12	11	48	13	9	1	2	5	0
Feld 3 Getaucht oben	1	0	28	0	43	0	3	0	17	0	0	1
Feld 4 Getaucht oben	0	1	11	1	10	0	6	0	5	4	0	3
Feld 5 Grenzfeld Mitte	0	0	2	1	20	6	17	1	13	6	1	0

Zunächst erkennt man deutlich die starke insektizide Wirkung des Esters an dem hohen Prozentsatz der toten Tiere aller Stadien auf den Feldern des getauchten Teiles. Erstaunlicherweise findet sich bei diesen Feldern trotz der vielen, wenn auch toten festgesetzten Jungläuse und Weißschilde eine auffallend geringe Anzahl von Schwarzschilden. Diese abfallende Tendenz in den Zahlenverhältnissen der Weißschilde zu den Schwarzschilden ist bei den unbehandelten Feldern gerade umgekehrt in einem beträchtlichen Anstieg der Schwarzschilde gegenüber den Weißschilden verwandelt. Man muß daher annehmen, daß die auf dem getauchten Teil sich festsetzenden Jungläuse zunächst einmal sich bis zu den Weißschilden weiterentwickeln können und dann absterben. Zu einer Ausbildung von Schwarzschilden kommt es aber nicht oder doch nur in ganz seltenen Fällen. Auf diese Weise kann man dann auch die wenigen vorhandenen, laufenden und festgesetzten Jungläuse sowie Weißschilde erklären. Bemerkenswert ist ferner, daß das Grenzfeld zwischen unbehandeltem

Abb. 2.
Eine durch einen Markierungsfleck (a) mit E 605 f 0,05%ig auf der Blattunterseite von *Lappa tomentosa* Lmk. am 21. 6. 1948 um 20^{45} Uhr behandelte Larve von *Phytomyza lappina* Goureau in ihrer oberseitigen Gangmine. Die Larve fraß nach der Behandlung noch 14 mm weiter und ist am 22. 6. um 6^{20} Uhr regelwidrig auf der Blattunterseite bei b geschlüpft. Am 2. 7. 48 nähert sich eine andere Larve (c) der gleichen Art auf 2 mm Entfernung dem Esterfleck und bleibt unfähig zur Verpuppung im oberseitigen Minengang liegen. Sie stirbt später ab. 2 weitere Altlarven, die am 7. 7. 1948 bei d und e liegen, setzen ihre Fraßtätigkeit noch fort und schlüpfen am 9. 7. 48 normal auf der Oberseite. Der Esterfleck ist punktiert gezeichnet. Die letzten Minengangteile der oberseits geschlüpften Larven sind gestrichelt. Bei f eine lebende Puppe. 1/3 der natürlichen Größe.

und behandeltem Teil auch in den Zahlenverhältnissen der einzelnen Entwicklungsstadien zwischen den ungetauchten und getauchten Feldern liegt. Dieser Versuch zeigt also eindeutig, daß der Ester zumindest recht lange auf der Rinde haftengeblieben ist.

Wesentlich kürzer scheint die Giftwirkung des E 605 f auf bzw. in den Blättern zu sein. Jedoch muß man auch hier mit einem Verbleiben des Esterpräparates von 9—11 Tagen in und auf den Blättern unter Umständen rechnen, wenn auch zu beachten ist, daß das Festhalten des Esters je nach der Blattart verschieden sein kann. An *Lappa tomentosa* Lmk. konnte ich beobachten, daß Minierer *(Phytomyza lappina* Goureau) noch 11 Tage nach der Behandlung der Blattunterseite mit einer 0,05%igen E 605 f-Brühe, die durch Kreidezusatz markiert war, eingingen (Abb. 2 und Lüdicke 5). Wenn man diese lange Wirkungsdauer möglicherweise noch durch ein „Versacken" des Esterpräparates erklären könnte, so zeigt der folgende Versuch, daß wohl auch die Blattoberfläche das Insektizid eine etwa ebenso lange Zeit zu halten vermag.

Für die Anwendung von E 605 f in Obstanlagen mit Unterkulturen war es ohnedies wichtig, etwas über den Verbleib des Esters in den Blättern verschiedener Salate und Gemüse zu erfahren. Zur Klärung dieser Frage wurden am 24. 11. 1948 mehrere Feldsalatpflanzen aus der Gärtnerei in Zuchtkästen umgepflanzt. Die Aufstellung der umgepflanzten Salatpflanzen erfolgte im Labor unter dem Fenster. Am 26. 11. wurde ein Teil des Salates mit E 605 f (1948) in 0,05%iger Konzentration gespritzt und bis zum Abend im Freien getrocknet. Es herrschte heiteres Wetter bei $^{1}/_{10}$ Bedeckung. Um 17 Uhr wurden die Kästen dann wieder in das Labor zurückgestellt. Nach 3, 5, 7, 10 und 11 Tagen wurden einzelne Salatpflanzen in Glasgefäße mit Wasser gestellt und in Glasbehälter mit je 10 Stabheuschrecken verschiedener Altersklassen auf ihre Giftwirkung ausgetestet. Kontrollen wurden mit unbehandelten Salatpflanzen und Stabheuschrecken gleicher Altersklassen zum Vergleich herangezogen. Die Versuchstemperatur lag zwischen 18 und 21 °C. Es wurde eine langsam abklingende Giftwirkung des E 605 f (1948) bei den mit ihm in 0,05%igen Brühen behandelten Feldsalatpflanzen beobachtet. Mit dem Alter der Versuchstiere nahm die Giftwirkung ab. Jüngere Stadien von 1,1 bis 1,8 cm Körperlänge, die 11 Tage nach dem Spritzen der Salatpflanzen auf diese aufgesetzt wurden, starben noch zu einem hohen Prozentsatz ab, obwohl sie von den Pflanzen kaum gefressen hatten. Ausgewachsene Stabheuschrecken, die 5 Tage nach dem Spritzen auf die Salatpflanzen aufgesetzt wurden, zeigten noch deutlich durch das Esterpräparat hervorgerufene Schädigungen und wurden zum Teil abgetötet. Es wird bei diesen Versuchen mit einem Verbleiben des Esters von mindestens 11 Tagen in bzw. auf den Blättern des Feldsalates gerechnet, eine Beobachtung, die gut mit der Wirkdauer des Präparates gegenüber Minierern übereinstimmt.

Zusammenfassung

1. Es werden Einzelheiten über die Geburt und Entwicklung der Jungläuse, die Anlage des Schildes sowie die Saugtätigkeit der Schildläuse mitgeteilt und der Einfluß auf die Einwirkung von Insektiziden besprochen.

2. Bei Tauch- und Spritzversuchen mit dem Phosphorsäureesterpräparat E 605 f auftretende Sekretabscheidungen werden beschrieben und ihre Bedeutung für die Bekämpfung erörtert.

3. Die Grenzkonzentration für das Auftreten laufender Jungläuse an mittelstark befallenen Apfelzweigen lag bei einer Tauchdauer von etwa 15 Minuten in 0,01 % E 605 f-Brühe (1947!) und Temperaturen zwischen 20 und 25 ° C.

4. In Versuchen mit Ohrwürmern *(Forficula)* wurde festgestellt, daß der Ester in der Schale der Äpfel mehrere Wochen festgehalten wird und nicht in das Fruchtfleisch einzudringen vermag.

5. Spritzversuche auf der Basis von Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT), Hexachlorcyclohexan, Schwefelkalkbrühe und E 605 zeigten im Freiland in dem heißen Sommer des Jahres 1947 eine deutliche Überlegenheit des Esterpräparates. In dem kühleren Sommer von 1948 zeigte das gleiche Präparat wechselnde Ergebnisse.

6. Die Wirkung des E 605 f auf die Schildläuse ist langsam und kann sich über 60 Tage erstrecken.

7. Die Wirkung eines 0,05%igen E 605 f-Spritzbelages auf Johannisbeerrinde hält über mehrere Wochen an. Die sich auf dem Spritzbelag neu festsetzenden Jungläuse können noch das Weißschildstadium und selten das Schwarzschildstadium erreichen.

8. Auf Grund von Versuchen an Minierern der Gattung *Phytomyza* wird der Ester von den mit 0,05%igem E 605 f gespritzten Lappa-Blättern bis zu 11 Tagen festgehalten.

9. Versuche mit Stabheuschrecken ergaben ebenfalls eine Wirkzeit des Esterpräparates in bzw. auf den Blättern des Feldsalates bis zu mindestens 11 Tagen.

Schrifttum

1. Becker, M. Über Insektenwachse: Coccerin, das Wachs der Cochenille-Schildlaus. — Biochem. Z. 239, 1931.

2. Berlese, A. Le coccigniglie italiane viventi sugli agrumi, Riv. de patol. vegetale 2—5, 1893—96.

3. Frohberger, P. E. Untersuchungen über das Verhalten des Insektizids Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat (E 605) auf und in der Pflanze. Höfchen-Briefe, 2. Jahrg., Heft 2, 1949, in gekürzter Form: Nachr. Bl. d. BZA Braunschweig Nr. 11/1949.

4. Liebermann, C. Über das Wachs und die Fette der Cochenille. Ber. Deutsch. Chem. Ges. 18, 1885, und ebenda. — Über Coccerin aus lebender Cochenille, Band 19, 1886.

5. Lüdicke, Manfred Über das Eindringungsvermögen des Insektizids E 605 f in lebende pflanzliche Gewebe, Z. f. Pflanzenkrankheiten, Bd. 56, Heft 1/2, 1949.

6. Marlatt, C. L. The San José or Chinese Scale, Washington, 1906.

7. Mayer, P. Zur Kenntnis v. *Coccus cacti*. — Mittl. Stat. Neapel, 10, 1892.

8. Pflugfelder Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Buch VIII, Teil b, Abt. 3, Bd. 5, Coccina, Leipzig, 1939.

9. Sachtleben und Fulmek Die San José-Schildlaus. Flugblatt 122/123 der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, April 1940.

10. Schneider und Bovey Die San José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* Comst., Eidgen. Drucksachen- und Materialzentr., Bern, 1949.

11. Suter, P. Untersuchungen über Körperbau, Entwicklungsgang und Rassendifferenzierung der Kommaschildlaus, Lepidosaphes ulmi L., Mitt. d. Schweiz. Entom. Gesellschaft 15, 1932.

12. Theodoro, G. Le glandule ceripare della femina della Pulvinaria camelicola. — Redia, 7, 1911.

— La secrezione della cera nei maski della Pulvinaria camelicola. — Ebenda, 7, 1911.

— Le glandule laccipare e ceripare del Lecanium oleae Bern. — Ebenda, 8, 1912.

— Sulla strutture delle valve anali del Lecanium oleae Bern. — Ebenda, 8, 1913.

— Sul sistema tracheale dei Lecaniti. — Ebenda, 9, 1913.

— Osservazioni sulla ecologia delle Cocciniglie con speciale riguardo alle morfologia e alla fisiologia di questi insetti. — Ebenda, 11, 1915/16.

— Alcune osservazioni sui saccharomiceti del Lecanium persicae Fabr. — Ebenda, 13, 1918.

— Osservazione sulla ecologia delle cocciniglie con speciale riguardo alla morfologia e alla fisiologia de questi insecti. — Ebenda, 11, 1916.

— Alcune osservazioni sui saccharomiceti del Lecanium persicae Fabr. — Ebenda, 37, 1918.

— Le glandule ceripore del „Ceroplastes sinensis" Del Guer. e considerazioni generalis sutali organi nel Coccidi. — Ebenda, 53, 1921.

13. Weber, H. Lehrbuch der Entomologie, Jena 1933.

14. — Biologie der Tiere Deutschlands, Teil 31, 1935.